

# 中华人民共和国国家标准

GB/T 5169.21—2017/IEC 60695-10-2:2014  
代替 GB/T 5169.21—2006

## 电工电子产品着火危险试验 第 21 部分 非正常热 球压试验方法

Fire hazard testing for electric and electronic products—  
Part 21: Abnormal heat—Ball pressure test method

(IEC 60695-10-2:2014, Fire hazard testing—Part 10-2: Abnormal heat—  
Ball pressure test method, IDT)

2017-12-29 发布

2018-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 ..... I

引言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

4 试验方法概述 ..... 2

5 装置 ..... 2

6 试样 ..... 3

7 状态调节 ..... 4

8 试验程序 ..... 4

9 试验结果的评估 ..... 6

10 相关产品规范中应给出的信息 ..... 6

11 试验报告 ..... 6

附录 A (资料性附录) 球压试验和 ISO 306 维卡软化温度试验之间的关系 ..... 7

附录 B (资料性附录) 压痕深度法 ..... 8

参考文献 ..... 9

## 前 言

GB/T 5169《电工电子产品着火危险试验》由以下部分组成：

- 第1部分：着火试验术语；
- 第2部分：着火危险评定导则 总则；
- 第5部分：试验火焰 针焰试验方法 装置、确认试验方法和导则；
- 第9部分：着火危险评定导则 预选试验程序 总则；
- 第10部分：灼热丝/热丝基本试验方法 灼热丝装置和通用试验方法；
- 第11部分：灼热丝/热丝基本试验方法 成品的灼热丝可燃性试验方法(GWEPT)；
- 第12部分：灼热丝/热丝基本试验方法 材料的灼热丝可燃性指数(GWFI)试验方法；
- 第13部分：灼热丝/热丝基本试验方法 材料的灼热丝起燃温度(GWIT)试验方法；
- 第14部分：试验火焰 1 kW 标称预混合型火焰 装置、确认试验方法和导则；
- 第15部分：试验火焰 500 W 火焰 装置和确认试验方法；
- 第16部分：试验火焰 50 W 水平与垂直火焰试验方法；
- 第17部分：试验火焰 500 W 火焰试验方法；
- 第18部分：燃烧流的毒性 总则；
- 第19部分：非正常热 模压应力释放变形试验；
- 第20部分：火焰表面蔓延 试验方法概要和相关性；
- 第21部分：非正常热 球压试验方法；
- 第22部分：试验火焰 50 W 火焰 装置和确认试验方法；
- 第23部分：试验火焰 管形聚合材料 500 W 垂直火焰试验方法；
- 第24部分：着火危险评定导则 绝缘液体；
- 第25部分：烟模糊 总则；
- 第26部分：烟模糊 试验方法概要和相关性；
- 第27部分：烟模糊 小规模静态试验方法 仪器说明；
- 第28部分：烟模糊 小规模静态试验方法 材料；
- 第29部分：热释放 总则；
- 第30部分：热释放 试验方法概要和相关性；
- 第31部分：火焰表面蔓延 总则；
- 第32部分：热释放 绝缘液体的热释放；
- 第33部分：着火危险评定导则 起燃性 总则；
- 第34部分：着火危险评定导则 起燃性 试验方法概要和相关性；
- 第35部分：燃烧流的腐蚀危害 总则；
- 第36部分：燃烧流的腐蚀危害 试验方法概要和相关性；
- 第38部分：燃烧流的毒性 试验方法概要和相关性；
- 第39部分：燃烧流的毒性 试验结果的使用和说明；
- 第40部分：燃烧流的毒性 毒效评定 装置和试验方法；
- 第41部分：燃烧流的毒性 毒效评定 试验结果的计算和说明；
- 第42部分：试验火焰 确认试验 导则；
- 第44部分：着火危险评定导则 着火危险评定。

本部分为 GB/T 5169 的第 21 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 5169.21—2006《电工电子产品着火危险试验 第 21 部分:非正常热 球压试验》,与 GB/T 5169.21—2006 相比主要技术变化如下:

- 增加了试验方法的目的(见第 1 章,2006 年版第 1 章);
- 增加了术语和定义(见第 3 章);
- 增加了温度测量装置的精确度要求(见 5.5);
- 增加了试验方法的类型,由原本只有验证性试验,增加了一类材料预选试验(见第 6 章、第 8 章,2006 年版第 5 章、第 7 章);
- 修改了试验结果(压痕)的观察方法(见 8.4、8.5 及图 2,2006 年版 7.2 及图 2);
- 增加了对试验报告格式的规定(见第 11 章);
- 增加了附录 A“球压试验和 ISO 306 维卡软化温度试验之间的关系”(见附录 A);
- 增加了附录 B“压痕深度法”(见附录 B)。

本部分使用翻译法等同采用 IEC 60695-10-2:2014《着火危险试验 第 10-2 部分:非正常热 球压试验方法》。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下:

- GB/T 308.1—2013 滚动轴承 球 第 1 部分:钢球(ISO 3290-1:2008,NEQ)
- GB/T 5471—2008 塑料 热固性塑料试样的压塑(ISO 295:2004,IDT)
- GB/T 9352—2008 塑料 热塑性塑料材料试样的压塑(ISO 293:2004,IDT)
- GB/T 11026.4—2012 电气绝缘材料 耐热性 第 4 部分:老化烘箱 单室烘箱(IEC 60216-4-1:2006,IDT)
- GB/T 16499—2008 安全出版物的编写及基础安全出版物和多专业共用安全出版物的应用 导则(neq IEC Guide 104:1997)
- GB/T 20002.4—2015 标准中特定内容的起草 第 4 部分:标准中涉及安全的内容(ISO/IEC Guide 51:2014,MOD)

本部分做了下列编辑性修改:

- 为与现有标准系列一致,将标准名称改为《电工电子产品着火危险试验 第 21 部分:非正常热 球压试验方法》。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国电工电子产品着火危险试验标准化技术委员会(SAC/TC 300)归口。

本部分负责起草单位:中国电器科学研究院有限公司。

本部分参加起草单位:工业和信息化部电子第五研究所、珠海格力电器股份有限公司、威凯检测技术有限公司、中家院(北京)检测认证有限公司、跃华控股集团有限公司、上海金发科技发展有限公司、广东出入境检验检疫局检验检疫技术中心、宁波欧知电器科技有限公司、广东圆融新材料有限公司、中国电子技术标准化研究院、北京泰瑞特检测技术服务有限责任公司、深圳市计量质量检测研究院、无锡苏南试验设备有限公司、中国质量认证中心、东莞市越铎电子科技有限公司。

本部分主要起草人:揭敢新、张元钦、范凌云、刘岩、万程、吴倩、王朝圣、夏建盟、武政、柯赐龙、陈欣、李玉祯、高岭松、王朔南、倪云南、王瑞锋、李博文、李广斌。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 5169.21—2006。

## 引 言

所有电工电子产品的设计都需考虑非正常热风险和潜在的非正常热危险。对元件、电路和产品的设计以及材料的筛选目的在于,在正常操作条件下,以及在合理可预见的异常使用、故障和失效时,将潜在的着火风险降低到可以接受的水平。IEC/TC 89 制定的 IEC 60695-1-10<sup>[1]</sup> 和 IEC 60695-1-11<sup>[2]</sup> 一起为如何达到这一目的提供了指导。

IEC 60695-1-10 和 IEC 60695-1-11 的首要目的是为以下行为提供指南:

- a) 防止带电部件引发起燃;
- b) 如果发生起燃,则将着火限制在电工电子产品外壳内。

次要目的是将火焰蔓延至产品外部的范围降到最低,以及将如热、烟、毒性和/或腐蚀性的燃烧流的有害影响降到最低。

涉及电工电子产品的火灾也可能因非电的外部引燃源引发。总体风险评估宜考虑这一因素。

本部分描述了一种在烘箱中使用压力球评估聚合物材料负重时的软化和材料流动性试验方法。本方法用于测量、描述和分级材料在可控实验室条件下对高温的反应。其可评估可能会暴露于过热应力下的产品所用材料;也可评估成品所用材料。本部分不能单独用于描述或评估材料、产品或组件在实际着火条件下的着火危险或着火风险。然而,本试验的结果可作为考虑到所有因素的着火风险评估的要素,该着火风险评估与某一特定最终用途的着火危险评定有关。

本部分可能涉及具有危险性的材料、操作和设备。其目的不是为了解决与其有关的所有安全性问题。本部分使用者在使用本部分前,宜建立适当的安全和健康措施,并确定其适用性和局限性。



# 电工电子产品着火危险试验

## 第 21 部分：非正常热 球压试验方法

### 1 范围

GB/T 5169 的本部分描述了用于评定电工电子产品用聚合材料和部件耐非正常热能力的方法，即通过球压试验测定其在负重时的软化温度和材料流动性。本部分适用于电工电子设备、组件和部件，以及除陶瓷以外的固体电气绝缘材料。

注：球压试验方法不适用于某些弹性体、泡沫材料和其他在室温下就会软化的材料。推荐这类产品标委会用如 IEC 60695-10-3<sup>[3]</sup> 的其他方法来评定这些材料。

本部分旨在供产品标委会根据 IEC 指南 104 和 ISO/IEC 指南 51 中规定的原则编写标准。

产品标委会的任务之一就是在编写自己的标准时，凡适用之处都要使用本系列标准。除非有关标准特别提及或列出，否则本部分的要求、试验方法或试验条件将不适用。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

ISO 293 塑料 热塑性塑料试样的压塑 (Plastics—Compression moulding of test specimens of thermoplastic materials)

ISO 294(所有部分) 塑料 热塑性塑料试样的注塑 (Plastics—Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials)

ISO 295 塑料 热固性塑料试样的压塑 (Plastics—Compression moulding of test specimens of thermosetting materials)

ISO 3290-1 滚动轴承 球 第 1 部分：钢球 (Rolling bearings—Balls—Part 1: Steel balls)

ISO 13943:2008 消防安全 词汇 (Fire safety—Vocabulary)

IEC 60216-4-1 电气绝缘材料 耐热性 第 4-1 部分：老化烘箱 单室烘箱 (Electrical insulating materials—Thermal endurance properties—Part 4-1: Ageing ovens—Single-chamber ovens)

IEC 指南 104 安全出版物的编写及基础安全出版物和多专业共用安全出版物的应用导则 (The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications)

ISO/IEC 指南 51 安全方面 标准中涉及安全内容的导则 (Safety aspects—Guidelines for their inclusion in standards)

### 3 术语和定义

ISO 13943:2008 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了 ISO 13943:2008 和 IEC 60695-4:2012 中的一些术语和定义。

#### 3.1

**非正常热 abnormal heat**

〈电工电子专业〉在正常条件下使用时所产生的可能引起着火的额外热量。

[ISO 13943:2008,定义 4.1]

3.2

成品 end product

无需改动即可使用的产品。

注：一个成品可以是另一个成品的组件。

[IEC 60695-4:2012,定义 3.2.7]

3.3

验证试验 proof test

成品所需任何预期的和指定的试验，以验证其预期使用的适用性。

4 试验方法概述

测量和验证钢球在指定的压力和指定的温度下，对试样造成的压痕尺寸  $d$ 。

5 装置

5.1 负载装置

负载装置由一个直径为  $5\text{ mm}\pm0.05\text{ mm}$  的压力球(符合 ISO 3290-1 的滚动轴承成品钢球)连接到砝码系统中构成,其被设计成可施加一个垂直向下的作用力,包含压力球的质量相当于  $20\text{ N}\pm0.2\text{ N}$  的负载。  
典型的负载装置示例见图 1。

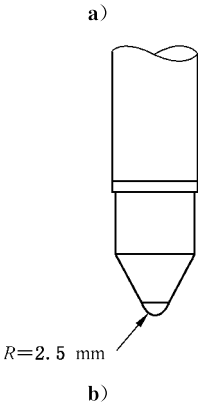
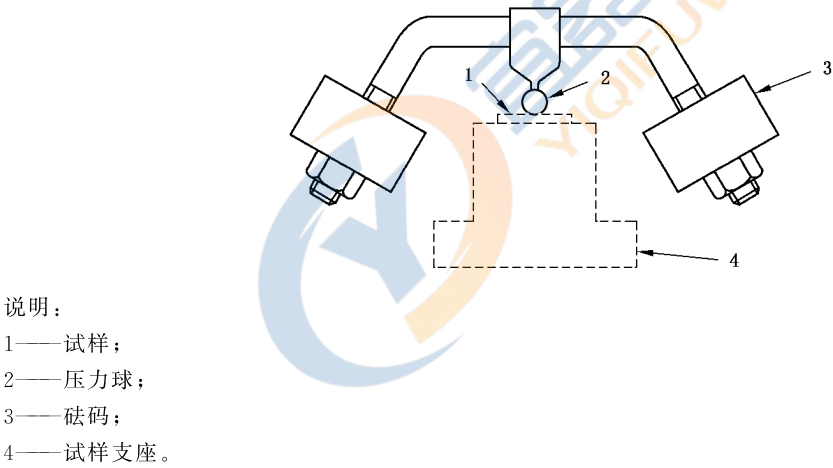


图 1 负载装置(示例)

## 5.2 试样支座

试样支座应能：

- a) 将试样刚性支撑在水平位置；
- b) 有足够的强度支撑负载装置；
- c) 有平滑的表面；
- d) 有足够大的质量，以防止在烘箱内放置和取出试样时，出现试验装置温度明显降低的情况。

注：在试样支座中心表面下方约 3 mm 的位置安装一个独立热电偶，用于检查试样支座的温度不能显著偏离试验温度。

## 5.3 烘箱

烘箱应是单室的，其温度的梯度、波动和偏差应符合 IEC 60216-4-1 的要求并适用于设置试验温度。

另外，放入试样关上门后，烘箱应能恢复至符合 8.3 要求的设定温度。

## 5.4 光学测量装置

光学测量装置应有至少 10 倍的光学放大倍率，并与经过校准的分辨率不超过 0.1 mm 的网格或十字线测量台一起使用。照明装置可用于照亮施加过压力球的表面。

## 5.5 温度测量装置

温度应由小于 100 °C 时精确度为  $\pm 2$  K 和大于或等于 100 °C 时精确度为  $\pm 3\%$  的装置进行测量。首选方法是将 K 型或 J 型热电偶插入试样支座，以测量温度。

# 6 试样

## 6.1 成品试验的取样方法

试样从成品上切取，厚度至少为 2.5 mm 且上下表面应大致平行。如有必要，只要试验前各面之间不会有明显的移动，可叠加两个或更多部件以达到这个厚度。如果切取的试样表面不是平行的，则应注意支撑接受压力球作用的试样表面。试样应为边长至少 10 mm 的方形或直径至少 10 mm 的圆形表面。

如果不能从成品上切取试样，则可按照 6.2 中描述的用一块同材质材料作为试样。

注：可能需要 3 个试样。

## 6.2 材料试验的取样方法

### 6.2.1 试样的准备

试样应用适当的 ISO 方法制造，如：按照 ISO 294 系列标准进行模压或注塑成型，或依据 ISO 293 或 ISO 295 或所需形状的模式压塑而成。

### 6.2.2 试样的尺寸

试样平坦剖面的尺寸应至少长 10 mm、宽 10 mm，或者为直径至少 10 mm 的圆，厚度则应为  $3.0 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$ 。

注：可能需要 15 个试样。

7 状态调节

试样应放置在温度为 15℃～35℃，相对湿度为 45%～75%的大气环境下至少 24 h。

注：对于机械性能易受湿度和温度影响的材料，可提供更为严格的状态调节条件。

8 试验程序

8.1 试验温度的选择

8.1.1 方法 A——成品试验方法

方法 A(验证试验方法)通常需要在指定的试验温度下进行，以此来测定其是否符合第 9 章规定的要求。

除非相关产品规范另有说明，试验方法应在下述指定的温度下进行：

- a) 支撑载流部件的部件，试验温度应为 40℃+(产品规范指定的)部件最大允许温升；
- b) 对于其他部件，试验温度则应为环境温度+(产品规范指定的)部件最大允许温升。

除非相关产品规范另有说明，对于支撑载流部件的部件，其试验温度不应低于 125℃；而对于其他部件，试验温度则不应低于 75℃。

8.1.2 方法 B——材料性能试验方法

方法 B(材料性能试验方法)需要进行多个试验，以找到能通过第 9 章要求的最大温度。

首先选择一个合适的起始温度。

注：通常，对于大部分热塑性工程塑料，低于 VST<sub>A50</sub> 温度(符合 ISO 306<sup>[4]</sup>)10℃的初始温度为有用的起始温度。

VST<sub>A50</sub> 温度为 ISO 306 中方法 A50 测定的维卡软化点，所用的是 10 N 的力和 50℃/h 加热速率。

随后的试验温度通过 8.2～8.5 的程序测定。试验温度应为 5℃的倍数。

表 1 提供了可考虑的试验起始温度。

表 1 推荐的试验起始温度

| 材料     | 试验起始温度<br>℃ |
|--------|-------------|
| PA6    | 200         |
| PA66   | 240         |
| PA46   | 280         |
| PBT    | 200         |
| PET    | 240         |
| PC     | 140         |
| PC+ABS | 90          |
| PP     | 120         |

如果起始温度的试验结果能满足第 9 章的要求，用新的试样在较起始温度更高的温度下，重复试验程序(8.2～8.4)。如果起始温度的试验结果不能满足第 9 章的要求，则用新的试样在较起始温度更低的温度下，重复试验程序(8.2～8.4)。以更高或更低的温度不断重复该程序，直到测定出符合第 9 章要

求的最大温度。

一旦最大温度测定出,应在该温度下再重复一次试验,以确认试验结果。

受试材料的球压温度(BPT)为符合第 9 章合格判定的最高确认温度。

8.2 烘箱和试验装置的设置

试验在烘箱(见 5.3)内的空气内进行,烘箱温度按相关规范的规定(容差在 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内)在距离试样中心约 50 mm 以内的位置测量。试样支座和负载装置应在该温度下预热最少 3 h。

8.3 试验设置

将试样放置在试样支座大致中间的位置,确定其上表面是水平的。轻轻地将压力球放在试样大致中间的位置。确保试验期间压力球除了向下移动之外,不会存在其他情况。

试样的放置应在尽可能短的时间内完成,不超过 30 s。试验箱应在 5 min 内恢复到指定的温度( $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ )且过冲不超过  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

负载装置应保持在试样上  $60^{+2}_0\text{ min}$ 。

8.4 试样后处理

负载装置移走后:

- a) 应在 10 s 内将试样放在  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  的水中(浸没);然后
- b) 将试样保持浸没在水中  $6\text{ min} \pm 2\text{ min}$ ;最后从水中移出,并去除所有水迹,按图 2 所示,在 3 min 内测定尺寸  $d$ 。

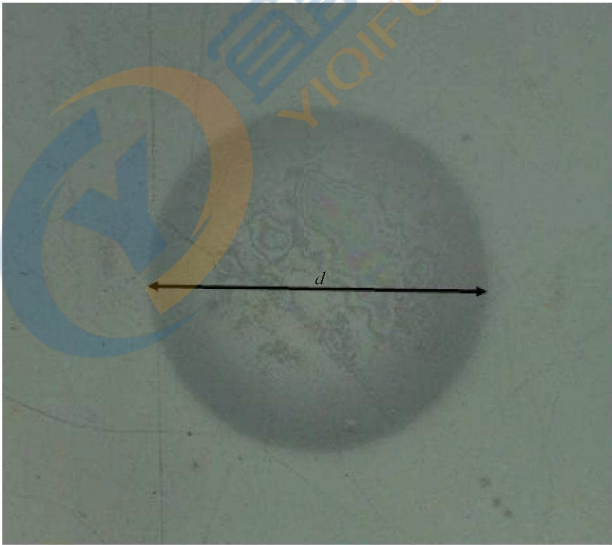


图 2 尺寸  $d$  的测量(示例)

8.5 测量

尺寸  $d$  是能测量出从压痕的一端清晰边界到另一端清晰边界之间的最大距离。尺寸  $d$  应排除任何向上的形变。

如果方法 A(成品试验方法)存在争议,那么应在另外两个试样上重新进行两次试验,且试验结果都应满足第 9 章的要求。当增加的试验用同样的烘箱在同样的温度下进行处理时,烘箱和试验仪器则不需要进行 8.2 中的预处理,只要烘箱温度稳定,则可以开始试验。

注 1: 一个非圆形压痕可能表明仪器或试样为非水平状态或存在移动,或材料为非匀质的(如玻璃钢),或烘箱附近存在外部振动。

注 2: 如果  $d$  值存在争议,则试样可能需要横剖面来判定(见图 2)。

注 3: 为得到清晰的压痕边界,以便于测量其直径“ $d$ ”,可通过在试验后给试样表面涂上对比色以清晰化压痕边界来实现。

## 9 试验结果的评估

如果尺寸  $d$  没有超过 2.0 mm,该试验结果为通过。

## 10 相关产品规范中应给出的信息

对于验证试验(方法 A),必要时,相关产品规范应规定以下细节:

- a) 受试面和施加力的点(见 8.3);
- b) 试验温度(见 8.2)。

## 11 试验报告

试验报告应包括以下信息:

- a) 对本部分的提及。
- b) 对试样材料的描述,包括类型和生产厂商。
- c) 第 6 章中的试样信息。例如:试样是否为:
  - 1) 成品,或
  - 2) 从成品上切取的一部分,如果是,则应包括部件的位置,或
  - 3) 如果试样不是取自成品,则应包括试样的制作方法。
- d) 试样的状态调节。
- e) 试样的厚度(用 mm 表示),叠在一起的试样的数量(如果适用),试验温度(用℃表示),以及每个试验温度下的尺寸  $d$  读数(用 mm 表示)。
- f) 最后的报告结果:
  - 1) 对于方法 A(验证试验方法),标示为“通过”或“未通过”。
  - 2) 对于方法 B(材料性能试验方法),标示球压试验的温度表达为:BPT(T)℃,例如:BPT 290℃。

附 录 A  
(资料性附录)

球压试验和 ISO 306 维卡软化温度试验之间的关系

确定将维卡仪试验测量结果转化为球压试验结果的相关系数已进行大量工作<sup>[5,6]</sup>。  
然而,在鼓励获得这些试验结果的同时,目前尚无一个可用于所有工业用塑料材料配方的系数。



附 录 B  
(资料性附录)  
压痕深度法

为建立与直径法结果一致的交替压痕深度法,人们已经进行了大量的工作。遗憾的是,这些结果均显示交替压痕深度法的重复性比直径法略差,因而本部分未包含交替压痕深度法。



参 考 文 献

- [1] IEC 60695-1-10 Fire hazard testing—Part 1-10: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products—General guidelines
- [2] IEC 60695-1-11 Fire hazard testing—Part 1-11: Guidance for assessing the fire hazard of electrotechnical products—Fire hazard assessment
- [3] IEC 60695-10-3 Fire Hazard Testing—Part 10-3: Abnormal Heat—Mould Stress Relief Distortion Test
- [4] ISO 306 Thermoplastic materials—Determination of Vicat softening temperature(VST)
- [5] Report on the 0.1 mm Softening Temperature of Plastic Materials to be used for Electric and Electronic Appliances, and Test Methods Used, The Japan Society of Plastics Technology, Japan (1987).
- [6] How is Heat Softening Temperature of Plastics Affected Under Moisture Conditions, The Japan Society of Plastics Technology, Japan(1990).
- 

